

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie
(Laboratorium für vergleichende Veterinär-Anatomie)
der Freien Universität Berlin

Direktor: Prof.Dr.F.Preuß

Zur funktionellen Anatomie des Eberpenis

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin

an der
Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Franz Werner Møllerus
Tierarzt aus Lippstadt

Berlin 1967

J.Nr. 589



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550823_0119

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie
(Laboratorium für vergleichende Veterinär-Anatomie)
der Freien Universität Berlin

Direktor: Prof.Dr.F.Preuß

Zur funktionellen Anatomie des Eberpenis

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin

an der
Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
Franz Werner Mollerus
Tierarzt aus Lippstadt

Berlin 1967

J.Nr. 589

Gedruckt mit Genehmigung
der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. G.Bergmann

Referent: Prof. Dr. F.Preuß

Korreferent: Prof. Dr. H.J.Heidrich



Tag der mündlichen Prüfung: 11.7.1967

Tag der Promotion:

1. 11. 67

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	1
II. Material und Technik	1
III. Literatur	2
A. Nomenklatur	2
B. Das Corpus cavernosum penis	3
1. Tunica albuginea	3
2. Trabeculae	4
3. Cavernae	5
C. Corpus spongiosum penis	6
1. Der Bulbus penis	6
2. Die Pars trunci penis	6
3. Über die Glans penis	6
D. Über die Vascularisation	8
E. Der M. retractor penis	8
F. Daten zum Begattungsakt	8
IV. Eigene Untersuchungen	10
A. Makroskopische Daten des Corpus cavernosum penis..	10
B. Die Konstruktion des Corpus cavernosum penis	13
1. Die Außenschicht	13
2. Die Innenschicht	16
3. Die Trabekel	17
4. Die Beziehungen zwischen Innenschicht, Außenschicht und Trabekeln	19
5. Blutgefäße, Cavernen und Eichel	20
6. Der M. retractor penis	22
C. Die makroskopischen Erektionsveränderungen des Eberpenis	23
V. Funktionelle Betrachtung und Diskussion	24
VI. Zusammenfassung	29
VII. Abbildungen	30
VIII. Literaturverzeichnis	

I. Einleitung

Bisher wurden die Peniskörper des Hengstes (BUCHHOLZ, 1954), des Bullen (PREUSS, 1954), des Hundes (HESS, 1962) und des Katers (REDLICH, 1962) funktionell-anatomisch untersucht. In Fortsetzung dieser Untersuchungen werden nachstehend die Verhältnisse beim Eberpenis geschildert, deren völlige Abweichung von denen des Bullen angesichts der weitgehenden makroskopischen Vergleichbarkeit der Penes beider Species überraschend ist.

II. Material und Methodik

Es wurden 46 Eberpenes untersucht, von denen 38 von Altschneidern, 4 von jungen Deckebern und 4 von früh kastrierten Tieren stammten. Letztere erwiesen sich dabei als unbrauchbar für nähere Untersuchungen, da sie im Wachstum zurückgeblieben waren und an ihnen wegen der Verlötung der Vorhaut mit dem freien Penisende (OEHMKE, 1897 und MÄDER, 1907) keine Erektionsversuche durchgeführt werden konnten.

Es handelte sich durchweg um Schlachthofpräparate, die möglichst nahe dem Arcus ischiadicus abgeschnitten worden waren. An ihnen wurde zunächst die Insertion des vorhandenen Distalendes des M. retractor penis dargestellt. Dabei wurden die Penisgefäße geschont und anschließend möglichst vollständig verfolgt. An 4 Penes wurden hierzu die A. und V. dorsalis penis mit Latex injiziert.

Zur künstlichen Erektion verwendete ich 23 Penes, wobei das Injektionsmaterial (s.u.) von den Crura penis aus ins Corpus penis gespritzt wurde. Davon wurden 3 mit Tensol-Zement (BUGGE, 1963) injiziert und korrodiert. Mit Latex wurden 2 und mit Gelatine 3 Penes injiziert, um an ihnen Außenmaße abzunehmen. Schließlich wurden 15 Penes mit 5%igem Formalin injiziert und anschließend in gleichprozentigem Formalin fixiert. Diese Penes wurden teils zu Messungen der Erektionsveränderungen und teils, wie alle übrigen Penes, zur Semperung verwendet. Gesempert wurden verschieden lange

Penisstücke und Penisscheiben. Bei dünnen Scheiben genügen die Angaben bei ROMEIS, § 867, bei dickeren Scheiben und größeren Stücken wurde wie folgt verfahren: Die in Formol fixierten Penisstücke legte ich für je 8 Stunden in 50, 70, 80 und 90%igen, für 5 Stunden in 96%igen und für 1 Stunde in 100%igen Alkohol. Anschließend wurden die Stücke 48 Stunden in Karbolxylol, 3 Stunden in Xylol - Terpentin (2:1) und 6 Stunden in reinem Terpentin entwässert. Dann wurden die Penisteile bei Zimmertemperatur 3 Tage lang täglich einmal kurz in reines Terpentin getaucht und schließlich luftgetrocknet. Von den geschnittenen Stücken wurden Teile mit verschiedenster Schnittrichtung abgeschnitten, mit UHU-Leim auf Objektträger geklebt und unter der Stereolupe aufgefäsert.

Außerdem wurden zahlreiche histologische Schnitte angefertigt, die teils als 20-120 µm dicke Gefrierschnitte und teils als 10 µm dicke Paraffinschnitte nach Färbung mit Haemalaun-Eosin, mit Orcein und nach van GIESON untersucht wurden.

III. Literatur

A. Nomenklatur

Die anatomischen Nomenklaturen gliedern die äußeren männlichen Geschlechtsorgane in Penis, Urethra masculina und Scrotum. Diese Gliederung stimmt mit der Natur nicht überein, da die Pars pelvina der Harnröhre zu den Harnorganen und nicht zu den äußeren Geschlechtsorganen gehört. Außerdem läßt sie die Zusammensetzung des Penis nicht erkennen, weshalb ich in Anlehnung an PREUSS (1967) für den Schweinepenis folgende Gliederung vornehme, zu der Gefäße, Drüsen und Lymphknoten ebenso wenig gehören, wie die Muskulatur. Diese Gliederung ist auch für andere Spezies einschließlich Mensch gültig, natürlich unter Hinzufügen der dort vorhandenen Besonderheiten.

Penis

Corpus cavernosum penis

Tunica albuginea

Trabeculae

Cavernae

Crus penis

Radix penis

Truncus penis

Flexura sigmoidea

Apex penis
 Crista apicalis
Dorsum penis
 Sulcus dorsalis
Facies urethralis
 Sulcus urethralis
Raphe penis
Fascia penis supf.
Fascia penis prof.
Lig. suspensorium penis

Corpus spongiosum penis

 Tunica albuginea
 Trabeculae
 Cavernae
 Urethra penina
 Ostium urethrae externum
 Diverticulum suburethrale
Bulbus penis
Pars trunci penis
Glans penis
 Raphe glandis

Praeputium

 Lamina externa
 Lamina interna
 Diverticulum praeputiale
 Ostium diverticuli
 Ostium praeputiale
 Raphe praeputii
 Frenulum praeputii
 Fundus praeputii
 Plica circularis

B. Das Corpus cavernosum penis

Nach der soeben aufgeführten Nomenklatur setzt sich das Corpus cavernosum penis aus folgenden drei Teilen zusammen:

1. Tunica albuginea, 2. Trabekel und 3. Cavernen.

1. Tunica albuginea

Während BUCHHOLZ beim Pferd eine dreischichtige Tunica albuginea beschreibt, ist diese nach SCHMALTZ beim Eber, nach PREUSS beim Bullen, nach WAGNER (1909) und REDLICH beim Kater, nach HESS beim Hund und nach RAUBER/KOPSCH (1955) beim Menschen zweischichtig. Die Innenschicht wird dabei als Circulärschicht und die Außenschicht als Longitudinalschicht beschrieben. Die

geweblichen Strukturelemente der Tunica albuginea sowie der Trabekel sind sehnenartig zusammengelagerte kollagene Faserbündel, die eine charakteristische Mikrowellung zeigen (BUCHHOLZ, PREUSS, HESS, REDLICH). Der Sulcus urethralis, der auf der Ventralfläche des Corpus cavernosum penis von der Tunica albuginea gebildet wird, soll sich nach GRABOWSKI (1937), SCHMALTZ (1921) und ACKERKNECHT (1943) bei Rind und Eber zu einer Röhre schließen. Nach PREUSS dagegen bleibt der Sulcus urethralis des Bullen ventro-median spaltbreit offen.

2. Trabeculae

Die von der Tunica albuginea ins Innere abgehenden Trabekel bilden bei den verschiedenen Tierspecies ein mehr oder weniger dichtes Netzwerk. Es werden Vertikal- oder Septum-, Schräg- oder Fächer- und Horizontaltrabekel unterschieden. Die Vertikaltrabekel liegen median und bilden eine mehr oder weniger geschlossene Scheidewand, die nach KRÖLLING/GRAU (1960) beim Eber, Fleischfresser und Wiederkäuer nur an der Radix penis vorhanden ist, während sie nach BUCHHOLZ beim Pferd in ganzer Länge des Penis ausgebildet ist. Die Schräg- oder Fächertrabekel ziehen von ventral und paramedian radiär nach außen. Die Horizontaltrabekel verbinden die beiden Seitenwände der Tunica albuginea. Beim Hund kommen nur Vertikal- und Schrägtrabekel vor (HESS). Beim Bullen spricht PREUSS außerdem von Sterntrabekeln, die das Corpus cavernosum penis sternförmig durchziehen und daher im axialen Kreuzungsbereich einen knorpelharten, inkompressiblen Strang bilden. Ferner beschreibt PREUSS am Bullenpenis eine besondere Anordnung der Septumtrabekel im proximalen und distalen Knie der S-förmigen Krümmung. Diese besondere Trabekelanordnung unterstützt die Wiederherstellung der Flexura sigmoidea nach der Erektion oder vollführt sie selbstständig. Über die Trabekel des Eberpenis schreibt MARTIN (1923): "Die Balken des Schwellkörpers umgrenzen auf dem Querschnitt breite Felder, ordnen sich aber gegen die Rutenspitze hin in der Längsrichtung...". Nach SCHMALTZ (1911) strahlen die Trabekel des Eberpenis radiär durch das Schwellgewebe.

3. Cavernae

Nach RETTERER (1887) werden die Areolae genannten Cavernen von Arterien versorgt, die durch Trabekel ziehen.

Nach EICHBAUM (1887) sind die Cavernae radiär zwischen den Trabekeln angeordnet. Letztere werden von den Cavernenwänden mit einem endothelialen Überzug versehen, und zwischen diesen Wänden und den Trabekeln liegen glatte Muskelfasern. Außerdem erwähnt EICHBAUM longitudinale, mit starker Muskulatur und breiter, elastischer Adventitia ausgestattete Arterien, die das Schwellgewebe durchziehen.

Nach SCHMALTZ (1911) sind die zwischen diesen Trabekeln vorhandenen breiten Felder "mit einem zellreichen Bindegewebe gefüllt, das reichlich elastische Netze und Bündel glatter Muskelzellen enthält. In diesem Gewebe sind zahlreiche und große Cavernen eingelagert; auch sieht man ziemlich viele Durchschnitte von Arterien."

MONTANÉ/BOURDELLE/BRESSOU (1964) nennen das Schwellgewebe des Eberpenis ein aus großen Vacuolen gebildetes Schwammgewebe.

Glatte Muskelfasern sind nach MÄDER (1907) zwischen den Cavernae und in der Tunica albuginea reichlich vorhanden, während KRÖLLING/GRAU hier nur von schwach ausgebildeter glatter Muskulatur sprechen.

Während das Corpus cavernosum penis am Penisende bei den Wiederkäuern nur leicht nach links gedreht ist (MARTIN(1938), ACKER-KNECHT), zeigt es beim Eber ein schraubenförmiges oder korkenzieherartiges Aussehen (SCHMALTZ, GRABOWSKI, NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE (1960), SCHAETZ, (1963)). Nach GRABOWSKI läuft der Penisschwellkörper beim Schwein spitz zu und zeigt dabei erst einen elliptischen, dann dreieckigen Querschnitt. Der Sulcus urethralis ist hier nicht mehr vorhanden.

Der Bau des Corpus cavernosum penis dient nach SLIJPER (1938) als Kriterium für die Unterscheidung von vier Penistypen:

1. Vasculärer (cavernöser) Penistyp. Hier überwiegt das cavernöse Gewebe eindeutig, während die Trabekel erheblich zurücktreten. Diesen Penistyp besitzen nach SLIJPER der Mensch, das Pferd und der Hund.

2. Fibroelastischer Penistyp. Hier herrscht das fibroelastische Gewebe eindeutig vor. Diesem Typ gehört der Penis von Schaf, Ziege und Rind an.

3. Intermediärer Penistyp. Dieser nimmt zwischen dem kavernösen und fibroelastischen Typ eine vermittelnde Stellung ein. Ihm ordnet SLIJPER den Eberpenis zu.

4. Indifferenter Penistyp. Die Penes sind nach SLIJPER meist kurz und nahe am Anus gelegen. Schwellgewebe und Trabekelsubstanz sind meist gleichstark. Diesem Typ ordnet SLIJPER den Katerpenis zu. Ein weiteres Kriterium für diese vier Penistypen ist nach SLIJPER die Dauer des Coitus. So schreibt er dem cavernösen Typ einen ziemlich bis sehr lang dauernden, dem fibroelastischen einen äußerst schnellen, dem intermediären einen intermediären und dem indifferenten Penistyp einen mäßig schnellen Coitus zu. Diese Einteilung ist von HESS und REDLICH modifiziert worden, worauf in der Diskussion nochmals eingegangen werden soll.

C. Corpus spongiosum penis

1. Der Bulbus penis wird von einer derben Kapsel umgeben (SCHMALTZ) und besteht nach GRABOWSKI aus relativ engen Schwellräumen, deren Zwischenstränge nach MARTIN (1923) und SCHMALTZ (1911) sehr viel glatte Muskulatur enthalten. KOBELT (1844) bezeichnet ihn als "Sexualherz", welches das Blut während des Begattungsaktes in die Glans penis pumpt.

2. Die Pars trunci penis dient nach MÄDER und SCHMALTZ (1921) der Offenhaltung der Harnsamenröhre. Ihr Schwellgewebe nimmt nach GRABOWSKI in distaler Richtung ständig ab. Zwischen ihren Cavernae liegen bindegewebige Stränge, die nach MARTIN (1923) und KRÖLLING/GRAU reich an elastischen Fasern und arm an glatter Muskulatur sind. Nach KRÖLLING/GRAU geht die Pars trunci penis (entgegen NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE) beim Eber keinerlei Anastomosen mit dem Schwellgewebe der Glans penis ein.

3. Über die Glans penis des Ebers finden sich z.T. sehr unterschiedliche Angaben. So sprechen LEISERING/MUELLER (1885) und

GERHARDT (1905) dem Eberpenis eine Eichel ab. MONTANÉ/BOURDELLE/BRESSOU dagegen sprechen von der "zu einer unvollständigen Spirale gedrehten, verjüngten Spitze, die die Eichel darstellt."

HAUSMANN (1840) schreibt: "Beim Eber verdient die Eichel, der Gestalt nach, diesen Namen keines Weges, denn sie ist der 7-8 Zoll lange, dünne, gleichförmig verlaufende Theil des Gliedes, mit einer schnabelförmigen Spitze. Auch hat die Eichel kein eigentliches Schwammgewebe zur Grundlage, sondern besteht bloß aus einem dünnen Gefäßüberzug des sehr sehnigen Rutenkörpers."

FRANK (1882), (bearbeitet von MARTIN) stimmt der Beschreibung ERCOLANIS (1869) zu, nach der "eine scharf abgegrenzte Eichel fehlt. Statt dessen umhüllt das cavernöse Gewebe der Harnröhre die Spitze der cavernösen Körper des Penis."

MÄDER (1907) beschreibt am Eberpenis ein Corpus cavernosum glandis. Dieses umgibt das Corpus cavernosum penis, umgerechnet, auf seinen apicalen 10 cm als höchstens 1,3 mm dicker Mantel. Dieser cavernöse Mantel verschmälert sich gegen den dorsalen Kamm hin und hat unmittelbaren Anschluß an den Harnröhrenschwellkörper (s.o.), was SCHMALTZ (1911) und KRÖLLING/GRAU (s.o.) bestreiten.

SCHMALTZ äußert sich dreimal (1909, 1911, 1921) zur Eichelfrage des Ebers. Er spricht dabei von einem Stratum cavernosum im Corium der die Penisspitze überziehenden kutanen Schleimhaut, das aber keinen "Schwellkörper" bilde. Es bilde auch keine den Wiederkäuern zukommende Spitzenkappe, sondern stellt nur einen Spitzenüberzug dar, dem er den Namen Eichel nicht zugesteht.

Nach MARTIN (1923) fehlt eine eigentliche Eichel, doch umhüllt ein 1,5 mm dicker cavernöser Gewebsmantel die Spitze des Corpus cavernosum penis.

Auch nach ACKERKNECHT besitzt das Schwein keine deutlich abgesetzte Eichel.

NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE schreiben: "Das spitze Penisende trägt die Spitzenkappe. Sie besteht aus einem dünnen Mantel weitmaschiger Venennetze, die im Bindegewebe des Hautüberzuges einge-

lagert sind und mit dem Harnröhrenschwellkörper kommunizieren."

D. Über die Vascularisation des Schweinepenis existieren keine speziellen Untersuchungen. Nur HAUSMANN und PAECH (1962) liefern eine etwas eingehendere Beschreibung, der allerdings später größtenteils widersprochen werden muß. Nach HAUSMANN ziehen die die Aa. pudendae int. fortsetzenden Penisarterien längs dem Dorsum penis. Distal der Flexura sigmoidea folgen sie unter Abgabe von Ästen den Rändern des Sulcus urethralis bis zur Eichel, wo sie sich aufzweigen. Die Venen verhalten sich genau so. Nach PAECH gibt die A. pudenda int. zunächst die Aa. perinealis, urethralis und bulbi penis ab, welche sich an der Versorgung des Bulbus penis beteiligen. Danach zieht sie als A. penis weiter, die sich in die Aa. dors. und prof. penis teilt. Beide Aa. dorsales penis vereinigen sich im Gebiet der Flexura sigmoidea zu einem Stamm, der sich wieder gabelt und bis zum Praeputium zieht. Die Aa. profundae penis treten nahe der Radix penis in das Corpus cavernosum penis.

E. Der M. retractor penis des Ebers entspringt an der ventralen Fläche des Os sacrum und "setzt sich endgültig am spitzenwärtigen Knie der Peniskrümmung beiderseits lateral locker bindegewebig an und zieht, sich allmählich verjüngend und nach ventral an die Harnröhre laufend, eichelwärts. Etwa 16-17 cm caudal des Grundes des Praeputialsackes endigen beide Stränge, nebeneinander auf der ventralen Harnröhrenfläche des Penis liegend" (HEINEMANN, 1937). Das widerspricht OEHMKE, wonach der linke Muskel 4-6 cm weiter apical am Corpus cavernosum penis endet als der rechte.

Nach SISSON/GROSSMAN(1965) enden die Mm. retractores penis an der distalen Krümmung der Flexura sigmoidea. Nach NICKEL/SCHUMMER/SEIFERLE befestigt der Muskel sich hier, läßt sich aber von hier aus noch eine Strecke weit cranial verfolgen.

F. Daten zum Begattungsakt

Nach GÜNTHER (1837) ist das Orificium uteri externum bei jeder Tierart dem Penis, den es beim Begattungsakt aufnehmen soll, homolog gebaut. Dies trifft nach GERHARDT, SCHMALTZ(1921), OTTOW (1955), SCHAETZ u.a. nicht zu. Nur beim Schwein passen nach diesen

Autoren die Begattungsorgane in dieser Weise zusammen, weil die Vagina ohne scharfe Grenze in die ca 20 cm lange Cervix übergeht, der eine Portio fehlt. Sie besitzt dafür 14-24 Verschlussskissen, die zahnradartig ineinandergreifen. Gegen die Gebärmutter hin verflachen diese Wülste. Zwischen den Verschlussskissen windet sich der Canalis cervicalis nach TRAUTMANN (1917) korkenzieherartig. Für eine Sonde ist dieser Kanal kaum passierbar. Nach COLE/CUPPS (1959) ist das Durchdringen des Cervicalkanals bei der künstlichen Besamung mit einem halb biegsamen **Plastikkatheter** von 6mm bei der Jungsau in den meisten Fällen möglich, während bei der Jungsau der biegsame Katheter höchstens 4 mm Durchmesser haben darf.

SCHAETZ schreibt: "Der spiralige Penis dreht sich bei der Immissio wie ein Korkenzieher in den mit gegeneinander versetzten Schlußkissen ausgestatteten Endteil des Cervicalkanals ein". Hier, in diesem Endteil, erfährt nach SCHMALTZ (1921) der Spitzenüberzug mit seinem Nervenreichtum einen mechanischen Druckreiz, wofür auch die Untersuchungen von RIGBY (1967) sprechen, wonach die Cervixkissen während der Brunst derart rigide und ödematös werden, daß sie die gewundene Penisspitze festklemmen.

BENSE (1932) beschreibt in der das Penisende umhüllenden Schleimhaut Genitalkörperchen. Der mechanische Druckreiz wird durch Friktionsbewegungen und erhöhte Blutfüllung noch erhöht. Er löst schließlich die Ejakulation aus. Friktionsbewegungen werden von GERHARDT und SCHMALTZ beim Schwein verneint, während SCHAETZ und GÖTZE (1949) sie bejahen. Nach OTTOW werden die beim Schwein fehlenden Friktionsbewegungen durch rhythmische Kontraktionen der Scheide ersetzt. Bei der Erprobung von künstlichen Scheiden kam SCHMIDT (1962) zu der Erkenntnis, daß der ausschlaggebende Ejakulationsreiz ein festelastischer Druck auf einen etwa 7 cm langen Abschnitt des Penis unmittelbar hinter der Penisspitze ist.

Schaetz unterteilt den Begattungsakt beim Schwein in drei Phasen. In der Vorphase, die vom Vorspiel über Erektion und Immissio bis zum Ende der Friktionsbewegungen reicht, wird wässrigschleimiges "Urethraldrüsensekret" entleert. Hieran schließt sich die erste Hauptphase an, in der der Hauptteil der Spermien, vermischt mit Prostata- und Samenblasensekret, abgegeben wird. Die zweite Hauptphase, stellt den Abschluß der Ejakulation dar. In ihr wird

hauptsächlich das kleistrige, sagokornähnliche Bulbourethralesekret entleert, wobei wieder Friktionsbewegungen zu beobachten sind.

Am gedankenreichsten interpretiert OEHMKE (1897) seine Beobachtungen der natürlichen Erektion und Immissio penis und kommt zu folgenden Deutungen der Torsions- und Retorsionsbewegungen des Penis. Entweder sei der Penis stets gedreht, so daß er auch nur gedreht zum Vorschein kommen könne, oder die Anordnung des Schwellgewebes verursache die Drehung, oder sie werde durch einen spezifischen Muskelreiz bewirkt. Da er eine stets vorhandene Drehung des Penis nicht finden konnte und eine künstliche Füllung der V. dorsalis penis teils nicht gelang und teils gegen einen "wechselnden Füllungsgrad des Schwellkörpers" sprach, blieb nur eine Muskelwirkung übrig. Hierfür kam nur der M. retractor penis infrage, der den kollabierten Penis zurückhielt und bei der Erektion erschlaffen muß, um die Erektion zu gestatten. Während der Erektion sei es nun denkbar, daß die Kontraktion eines der beiden Muskeln eine Torsion zur Folge haben könne. Eine abwechselnde Kontraktion beider Muskeln könnten so die Torsions- und Retraktionsbewegungen erklären. OEHMKE schließt mit den Worten: "Eine andere Erklärung wußte ich für diesen höchst eigenartigen Vorgang, der in der Physiologie der Begattung wohl kaum seinesgleichen findet, nicht zu geben.

IV. Eigene Untersuchungen

A. Makroskopische Daten des Corpus cavernosum penis

Das Corpus cavernosum penis ist bei alten Deckebern vom Sitzbein bis zur Penisspitze durchschnittlich 62 cm lang. Seine proximodistalen drei Abschnitte sind: die 3 cm langen Crura penis, der 51 cm lange Truncus penis und der 8 cm lange Apex penis (Abb. 3a). Den Truncus unterteile ich in die Pars sigmoidea (19 cm), die von der Radix penis bis 3 cm apical des Wendepunktes der distalen Biegung reicht, die Pars extrapraeputialis (21 cm) und die Pars intrapraeputialis (11 cm). Der Apex penis, dessen Beginn durch das Auftreten von Cavernen im Schleimhautüberzug gekennzeichnet ist

(s.u.), gliedert sich in eine caudale Pars recta von 4 cm Länge und die anschließende Pars spiralis von ebenfalls 3 cm Länge.

Die verschiedenen Querschnittsformen des Corpus cavernosum penis sind in Abb. 1 u. 2 dargestellt, wobei in Abb. 1 die Ziffern a - h bzw. a' - h' zugleich die Lage im nichterigierten bzw. erigierten Penis schematisiert ausdrücken, während Abb. 2 Präparateaufnahmen der gleichen Reihenfolge zeigt. Nachstehende Maßangaben betreffen den nicht erigierten Penis. Die im Querschnitt runden Crura penis haben einen Durchmesser von 19 mm. Die hochovale Pars sigmoidea hat nahe der Radix penis (a) einen Höhendurchmesser von 15 mm und einen Breitendurchmesser von 10 mm. Im Bereich der distalen Biegung (c) ist dieses Verhältnis 10:15 mm, wobei aufgrund des ausgebildeten Sulcus urethralis die Breite in Höhe des dorsalsten Punktes dieses Sulcus gemessen wurde, während die median gemessene Höhe von hier ab jener Senkrechten entspricht, die auf der Verbindungslinie der beiderseitigen ventralsten Punkte des Corpus cavernosum penis errichtet ist. Die restlichen beiden Truncusabschnitte (d und e) und etwa die caudale Hälfte der Pars recta apicis besitzen bei dieser Meßweite runde Querschnittsformen mit einem Durchmesser von 11 mm. Hierbei beträgt die Tiefe des Sulcus urethralis etwa die Hälfte des Höhendurchmessers. Die Querschnittsform der cranialen Hälfte der Pars recta apicis geht fließend in die der anschließenden Pars spiralis apicis über. Bei letzterer verändert sich allerdings die Querschnittsform je Viertel der Gesamtlänge. In ihrem caudalen Viertel ist die Querschnittsform (f) wegen des rasch flach werdenden Sulcus urethralis etwa bohnenförmig (6 mm hoch und 13 mm breit). In den mittleren zwei Vierteln mißt ihre dreikantige Querschnittsfläche (g) in der Höhe 5,5 mm und in der Breite 12 mm. Die Lage der drei Kanten ist derart, daß zwei von ihnen beiderseits der Urethra liegen und so dem rechten bzw. linken Ende des vorher rinnenförmigen Sulcus urethralis entsprechen. Die dritte Kante liegt nicht median, sondern fast über der rechten Kante und sei als Crista apicalis(xx) bezeichnet, auf deren Funktion später eingegangen wird. Im cranialen Viertel der Pars spiralis apicis schließlich ist die Querschnittsform queroval(h) und mißt 4 mal 8 mm, wobei die äußerste Spitze bei

mehr rundlichem Querschnitt von spitzkegeliger Gestalt ist.

Auf dem Querschnitt der Tunica albuginea erscheint der Sulcus urethralis als Arcus ventralis (Abb.6;a). Dieser Bogen besitzt im Bereich zwischen der Pars sigmoidea und der Pars spiralis eine deutliche ventrale Konkavität (Abb.1;c-e). Davor und dahinter wird er zunächst eben (b;f) und dann sogar ventral konvex(a;g;h). Die übrige Albuginea überwölbt den Arcus ventralis als Arcus dorsalis (Abb. 6;b). In der Pars spiralis bildet dieser Arcus dorsalis rechtsseitig die genannte Crista apicalis (Abb.1-3;xx) aus, die in den beiden mittleren Vierteln der Pars spiralis am deutlichsten ist und caudal bzw. cranial ausläuft. Beide Bögen, der Arcus ventralis und dorsalis, sind jederseits durch einen Grenzbogen (Abb.6;c), Arcus dexter bzw. sinister, verbunden. Hierbei ist der Radius des Arcus dexter stets größer als der des linken (Abb.1 u. 2;c;d;e), so daß man jede Querschnittsscheibe seitenrichtig orientieren kann. Diese Asymmetrie ist ein Charakteristikum des Schweinepenis, die herangezogen werden kann, um sich auch dann zu orientieren, wenn im Verlauf der Torsion des Penis links und rechts vertauscht werden. Apical der Pars sigmoidea kann man dann von der größeren und kleineren Penishälfte sprechen, wobei die größere Hälfte die ursprünglich rechte Hälfte des in der Pars sigmoidea noch nicht gedrehten Penis darstellt.

Von der Pars sigmoidea an bis zur Penisspitze ist das nicht erigierte Corpus cavernosum penis insgesamt $1\frac{1}{4}$ mal (d.i.etwa 450°) nach links um die eigene Achse gedreht (Abb.1;a-h). Der diese Windung auffällig anzeigende Sulcus urethralis ist dabei in Höhe des Praeputialgrundes (Abb.1;P) um 90° nach rechts verlagert. An der Pars intrapraeputialis und Pars recta apicis ist er über dorsal nach rechts um weitere 120° gedreht. Auf die Pars spiralis apicis schließlich entfallen die restlichen 240° .Bemerkt sei, daß die Eigendrehung des Corpus cavernosum penis bis zur Pars spiralis einer gedrehten Säule gleicht, während die Pars spiralis apicis, wie es der Name ausdrücken soll, korkenzieherartig gewunden ist, d.h. ihre Eigenachse windet sich um eine Seelenachse herum.

Das Corpus spongiosum wurde nicht besonders untersucht, doch wurde auf seine Verhältnisse an dem Apex penis gelegentlich der Stellungnahme zur Eichelfrage (sub B 5) und bei der funktionellen Betrachtung (sub V) kurz eingegangen. Hier sei nur erwähnt, daß die Urethra penina im Radixbereich des Penis (Abb.2:a) stets weit offen und angefüllt mit Bulbourethraalsekret gefunden wurde.

B. Die Konstruktion des Corpus cavernosum penis

1. Die Tunica albuginea besteht aus einer Außen- und einer Innenschicht (Abb.6;A und I).

Die Außenschicht fehlt an den Crura penis und an der Konkavität des Arcus ventralis dort, wo diesem das Corpus spongiosum penis anliegt. Sie ist in der Pars sigmoidea 0,75 mm dick. Überall sonst mißt sie 0,5 mm.

In der Pars extrapraeputialis weist die Außenschicht an der axialen Fläche der Grenzbögen je eine Grenzleiste auf, die in Abb. 3b in natura, in Abb. 6;G schematisiert sichtbar ist. Beide beginnen proximal und vergrößern sich bis zur Mitte der Pars extrapraeputialis. Von hier ab verringert sich die Stärke der Grenzleisten, deren Ausläufer sich in der Pars recta völlig verlieren. Die Grenzleisten begleiten demnach beiderseits den Sulcus urethralis auf etwa die gleiche Länge, in welcher diesem Sulcus das Corpus spongiosum eingelagert ist. Zwischen beiden Grenzleisten bleibt stets mindestens ein 1,5 - 2 mm breiter Spalt frei, so daß das Corpus cavernosum keine geschlossene Röhre um das Corpus spongiosum penis bildet, wie dies in der Literatur angegeben wird. Stärke und Bau beider Grenzleisten sind verschieden, und es beteiligt sich an ihnen auch die Innenschicht. Die rechte, breitere aber dünnere Leiste (Abb.3b) ist mit 1 mm Dicke doppelt so dick wie die benachbarte Außenschicht. Die linke, schmälere aber dickere Leiste ist mit 1,5 mm dreimal so dick. Ihre Bauelemente sind dicke Kollagenfaserbündel, die im Querschnitt Felder bilden, weil sie von Bündeln der Innenschicht durchsetzt und umgeben werden (s.u.).

Die Konstruktion der Außenschicht (Abb. 6:A) im Bereich der Pars extrapraeputialis, intrapraeputialis und recta apicis sei als Nächstes beschrieben. Die Außenschicht besteht aus 1 - 3 Schichten von überwiegend lamellenförmigen, aber häufig auch strangförmigen, tertiären Sehnenfaserbündeln. Sie zeigen eine deutliche Mikrowellung (Abb. 3 c und d), was auch für die kollagenen Faserbündel der Innenschicht und der Trabekel gilt. Im Bereich der Grenzleisten und deren cranialer Fortsetzung in die Pars intrapraeputialis laufen die Lamellen parallel zur Penislängsachse. Alle anderen Lamellen dieser Schicht bilden Teile einer Rechtsspirale, wobei der von ihnen mit der Penislängsachse gebildete cranial offene Winkel 20° beträgt (Abb. 7c). Die lamellären Spiralteile lösen sich dabei aus der linken Grenzleiste heraus und enden entsprechend in der rechten Grenzleiste. Die längsten Lamellen messen 15 cm, sind als solche aber nie nachweisbar, weil sie auf jedem nur denkbaren Längsschnitt ihre Zusammensetzung durch gegenseitige seitliche und endständige Übernahme von kollagenen Fasern ständig wechseln. Auf diese Weise bildet die Außenschicht ein Raumnetz von lamellären oder strangförmigen Sehnenfaserbündeln, deren Länge 1 - 10 mm (überwiegend 3 - 6 mm) beträgt und deren lange Diagonalen in Windungsrichtung liegen. Soweit sie lamellär sind, liegen die Lamellenflächen oberflächenparallel.

Beim Übergang der Pars recta in die Pars spiralis wird genannter Winkel stumpfer. Er beträgt in Höhe der Crista apicalis linksseitig 65° , während er an beiden Abhängen dieser Crista 90° mißt. Im letzten Zentimeter der Penisspitze liegt ringsum ein rein kreisförmiger Verlauf vor.

Proximal der Pars extrapraeputialis, in der Pars sigmoidea, sind drei verschiedene Verhaltensweisen der Außenschicht-Lamellen gegeben (Abb. 4). Gemeinsam ist ihnen eine links- und (!) rechts-spiralige Anordnung, wobei sie sich in den beiden Krümmungen durchflechten, während sie zwischen den Krümmungen den Drehsinn lagenweise wechseln. In der proximalen Krümmung (P) beträgt der cranial offene Winkel, den sie mit der Penislängsachse bilden, 55° , zwischen

den Krümmungen $15 - 20^{\circ}$, und in der distalen Krümmung(d) $60-65^{\circ}$. Um den Übergang der Lamellen dieser 3 Unterabschnitte zu veranschaulichen, sei bei den Crura begonnen. Deren rings-faserige Albuginea besitzt keine Außenschicht; doch setzen sich ihre äußeren Lamellen als Außenschicht-Lamellen auf das Gebiet der proximalen Krümmung fort. Das führt zu einer dorsomedianen Kreuzungszone in diesem Gebiet. Seitlich strahlen die oberfläch-lichsten Lamellen nur dieses Gebietes in die Tunica albuginea der Pars trunci des Corpus spongiosum, während die tiefer gelegenen Lamellen am Ventrolateralrand des Corpus cavernosum in eine lon-gitudinale Verlaufsrichtung übergehen. Diese longitudinal verlau-fenden Fasern gehen distal, in der Pars extrapraeputialis, in die beschriebenen Grenzleisten über. Sie seien hier Randfaserbündel genannt, die für das Verständnis der Winkeländerung der Lamellen ausschlaggebend sind. Um ihre Konstruktion zu veranschaulichen, zeichne man, was in Abb.4 geschehen ist, eine Anzahl von gestreck-ten arabischen Achten so übereinander, daß jede weitere Acht etwa fingerbreit tiefer rückt. Legt man danach je eine Tangente an die oberen und unteren Bäuche der Achten, dann stellen diese Tangenten die Randfaserbündel dar, aus denen die gekreuzten Schenkel der Ach-ten hervorgehen. Stellt man sich weiter diese zwischen beiden Tan-genten gelegenen Achten der Länge nach um ein Rohr gebogen vor, dann braucht man nur noch die Köpfe der Achten so zu zeichnen, daß sie in die nächste Acht Kopf an Kopf übergehen, um die flachen Kreuzungsgebiete in den Krümmungen darzustellen. Der sonst uner-klärliche Wechsel der Ganghöhe und der damit verbundene Wechsel der Kreuzungswinkel geschieht danach nicht durch einen Richtungs-wechsel des Lamellenverlaufs, sondern die Lamellen verkehren zwis-chen den beiden Randfaserbündeln, in denen sie beginnen und enden, und zwar in beiderlei Drehsinn in der Pars sigmoidea und nur rechtssinnig distal davon.

Für die Pars sigmoidea bleibt noch nachzutragen, daß das proximale Kreuzungsgebiet auf dem Scheitel der Konvexität der proximalen Krümmung (p) endet, während die Kehle der Konkavität der distalen Krümmung (d) inmitten des distalen Kreuzungsgebietes liegt. Dabei ist die Lamellendurchflechtung nicht immer so deutlich,

wie dargestellt, weshalb sie auch von mir erst nach Auffaserung mehrerer Penes entdeckt wurde. Zwischen den Krümmungen schließlich wechseln die Lamellen-Lagen viermal derart, daß die erste Linkswindung stets die oberflächlichste ist, womit entsprechend die zweite Rechtswindung stets die tiefste ist.

Der Außenfläche der Außenschicht liegt die Fascia penis profunda auf. Von ihr strahlt vorwiegend elastisches Bindegewebe mehr oder weniger radiär zwischen die Lamellen der Außenschicht bis zur Außenfläche der Innenschicht.

2. Die Innenschicht

Die Innenschicht der Tunica albuginea (Abb.6;I) ist vom Ursprung der Crura penis bis zur äußersten Penisspitze vorhanden. Im Gebiet der Crura ist sie bis zu 4 mm stark, sonst ist sie genau so stark wie die Außenschicht(s.o.). Nur ventromedian-innen(d.i. im Gebiet der Konvexität des Arcus ventralis) bildet sie zwischen Pars sigmoidea und Pars spiralis eine Verdickung, die als "Medianzone" (Abb.3c und 6;M) herausgehoben sei, weil sie als Ursprungszone für Trabekel und als Zone veränderten Faserverlaufs (s.u.) besondere Bedeutung hat.

Die Innenschicht besteht ebenfalls aus Lamellen kollagener Sehnenfaserbündel, deren Flächen nach cranial bzw. caudal sehen. Die Lamellen ordnen sich (ähnlich wie bei der Innenschicht von Hengst, Bulle, Hund und Kater) zu reifenartigen Gebilden, deren Innenrelief jedoch nicht radförmig konvex, sondern autoreifenartig konkav ist. Die die Reifen bildenden Lamellen tauschen mit inneren, äußeren, cranialen und caudalen Nachbarlamellen Bündel aus, wodurch das Reifenrelief von ständig wechselnder Zusammensetzung ist.

In der Pars extra- und intrapraeputialis sowie in der Pars recta und zwischen den Krümmungen der Pars sigmoidea stellen die Lamellen der Innenschicht durchgehende Rechtsspiralen dar, deren Ganghöhe wesentlich flacher ist als bei den Lamellen der Außenschicht. Betrug dort der mit der Penisachse gebildete Winkel 20° , so liegen hier Winkel von $70 - 75^{\circ}$ vor (Abb.7c). Als Besonderheit

ist hervorzuheben, daß die Ganghöhe in der Medianzone (s.o.) abnimmt. Hier beträgt der Winkel nur 50° (Abb.3c;M und 7a), womit gesagt ist, daß die durchgehenden Spiraltouren nicht durchgehend dieselbe Ganghöhe haben.

An den Crura penis und im cranialen Viertel der Pars spiralis besteht die Innenschicht aus fast circulär verlaufenden Faserbündeln. Ähnlich verlaufen ihre Faserbündel auch in der proximalen und distalen Biegung der Pars sigmoidea. Auf der Beugeseite beider Biegungen ist die Innenschicht median wellblechartig gestaucht (Abb.5), und diese Stauchung bleibt auch angedeutet, wenn man das Corpus cavernosum penis künstlich streckt. Es sei hier schon erwähnt, daß das Corpus cavernosum nach Absetzen der streckenden Kraft kaum die Tendenz zeigt, die Ausgangsform wieder herzustellen.

3. Die Trabekel

Die Trabekel sind wie die Schichten der Albuginea aus kollagenen Faserbündeln aufgebaut, die Mikrowellung zeigen. Sie sind im Querschnitt rundlich, ihre Stärke entspricht der eines Zwirnfadens. Wo sich mehrere vereinen, übersteigt die Stärke nicht die einer Stecknadel. Diese Vereinigung geschieht derart, daß ganz überwiegend die Form einer Getreidegarbe (Abb.2,3 und 6) gebildet wird, weshalb künftig von Garbentrabekeln gesprochen wird. Nur selten und unregelmäßig zu finden sind daneben Sekantentrabekel (Abb.6;S), die eine Stelle des Arcus dorsalis mit einer anderen bzw. mit einem Grenzbogen verbinden. Die Garbentrabekel dagegen entspringen stets dicht bei dicht am Arcus ventralis, der allein von der Innenschicht der Albuginea gebildet wird, und ziehen etwa auf kürzestem Wege zum Arcus dorsalis. Insofern stellt jeder einzelne Garbentrabekel einen Fächertrabekel dar. Da sich jedoch mehrere Einzeltrabekel stets etwa mittwegs kreuzen und vom Ursprung her gegen diese Mitte konvergierend und von dieser Mitte ab mit ihren Außenenden divergierend verlaufen, entsteht das Bild einer Garbe, Es handelt sich aber auch in der dritten Dimension um eine korngarbenartige Anordnung, da obiges Bild

sowohl auf jedem Querschnitt als auch auf jedem Längsschnitt durch das Corpus cavernosum gegeben ist. Dabei stehen die Garben in etwa longitudinal hintereinander, so zwischen sich Straßen für die longitudinalen Cavernenschläuche (s.u.) freilassend. Eine weitere Besonderheit ihrer Stellung sei durch folgenden Bildvergleich veranschaulicht. Faßt man den Arcus ventralis als Radnabe, die Trabekel als Speichen und den Arcus dorsalis als Felge auf, dann steht dieses Speichenrad nicht querschnittsparallel, sondern schräg von rechtscaudal nach linkscranial. Nur die Mediantrabekel stehen danach in der Querschnittsebene und verlaufen senkrecht. Die Trabekel der rechten Corpus-Hälfte dagegen beginnen etwas weiter caudal aus dem Arcus dorsalis, während die Trabekel der linken Hälfte entsprechend weiter cranial im Arcus dorsalis enden (Abb.3c und 7a).Schließlich kommt es nahe den Grenzbögen zu sternförmig sich kreuzenden Trabekeln, die jedoch ebenfalls Garbentrabekel bilden. Es bleibt nämlich zwischen den Garbentaillen stets ein Zwischenraum, so daß es hier nicht zu einer knorpelähnlichen Verdickung kommt, wie sie vom Bullenpenis (PREUSS) bekannt ist.

Diese Trabekelform ist cranial der Pars sigmoidea durchweg vorhanden. Auch apical kommen keine longitudinal verlaufenden Trabekel vor, wie SCHMALTZ sie beschreibt. Hier (Abb.2:f,g) ist die Stellung der Trabekel nur insofern modifiziert, als sie in Anpassung bzw. zwecks Gewährleistung der veränderten Querschnittsform mehr nach Art von Sekantentrabekeln angeordnet sind. In der Pars sigmoidea dagegen ist diese Anordnung in doppelter Hinsicht verwischt. Einmal ist die Facies urethralis hier nicht als Arcus urethralis ausgebildet, so daß die Ventralenden der Garben verbreitert sind. Zum anderen zeigen die Mediantrabekel eine besondere Anordnung im Bereich beider Krümmungen.Sie besitzen hier einen etwas größeren Abstand voneinander,dadurch besonders dorsal mehr Raum(Abb.2;a und 5;S)für das Schwellgewebe freilassend.Weiter verankern sie sich in den Kehlen der Krümmungen in den hier als wellblechartig gestauchten beschriebenen Konvexitäten der Innenschicht. In der proximalen Krümmung schließlich sind diese Trabekel außerdem erheblich länger und apical konvex gebogen, wie Abb. 5 zeigt.

Es sei hier erwähnt, daß diese Anordnung keinerlei Einfluß auf die Zurückbildung der Flexura sigmoidea nach der Erektionsstreckung ausübt, wie dies nach PREUSS beim Bullenpenis der Fall ist.

4. Die Beziehungen zwischen Innenschicht, Außenschicht und Trabekeln

Zwischen Innen- und Außenschicht bestehen zweierlei Verbindungen. Einmal handelt es sich um den Bereich des Arcus dorsalis, wo schwache Faserbündel aus den aneinanderliegenden Grenzflächen beider Schichten hin- und herüberwechseln. Zum andern sind im Bereich der Grenzleisten besondere Verbindungen vorhanden, indem aus der Innenschicht starke Faserbündel heraustreten und, danach in der Querschnittsebene verlaufend, die Grenzleisten septenartig durchsetzen und schleifenartig umfassen (Abb. 3b und 6). Man kann diese Schleifen als aus der Innenschicht heraustretende und danach wieder in sie zurücktretende Faserbündel darstellen. Die Schleifenscheitel verdecken dabei die zur Außenschicht gehörenden Grenzleisten von außen, jedoch nicht so vollständig im Sinne einer craniocaudalen Kontinuität, daß nicht zwischen den Schleifenscheiteln die Lamellen der Außenschicht durch sie hindurchtreten können, um links aus der Grenzleiste hervorzugehen bzw. rechts in der Grenzleiste zu enden. Betont sei, daß diese Verhältnisse bei der rechten Grenzleiste erheblich stärker ausgebildet sind als links. Dieser stärkere Zusammenhalt der Bündel der rechten Grenzleiste ist funktionell bedingt, wie später ersichtlich wird. Insgesamt sei diese Umfassung der Grenzleisten durch Innenschichtfasern als Grenzleistenverknötung gekennzeichnet.

Zwischen den Trabekeln und den Albugineaschichten besteht eine ganz regelmäßige Verbindung. Zunächst die Garbentrabekel betrachtend, lösen sich deren Bündel, wie angeführt, aus dem von der Innenschicht gebildeten Arcus ventralis. Die Außenenden der Trabekel treffen am Arcus dorsalis zunächst wieder auf die Innenschicht, an die sie einige wenige Faserbündel abgeben. Das Gros der Bündel tritt jedoch senkrecht (radiär) zwischen den Innenschicht Lamellen hindurch und verankert sich in den Lamellen der Außenschicht (Abb. 3d). Diese Verbindung sei als Trabekel-Außenschichtverknötung

gekennzeichnet. An ihr beteiligen sich die Sekantentrabekel nur gelegentlich. Diese Trabekel gehören fast stets nur zur Innenschicht aus der sie sich abgliedern und in die sie sich wieder einsenken. Treffen sie unterwegs auf eine Trabekelgarbe, können sie sich dieser anschließen, dann auch deren Verbindung mit der Außenschicht mitmachend.

5. Blutgefäße, Cavernen und Eichel

Die Blutgefäße konnten an den mir allein zur Verfügung stehenden Schlachthofpräparaten nicht vollständig untersucht werden. Dennoch sollen jene Befunde mitgeteilt werden, die im Widerspruch zu HAUSMANN und PAECH stehen bzw. diese Autoren ergänzen. Der Ursprung der Aa. profundae penis war an meinen Präparaten nicht erhalten. Doch konnte ihr Verlauf im Corpus cavernosum nahe den Grenzbögen (Abb.6) gut verfolgt werden. Die A. dorsalis penis liegt mit PAECH und entgegen HAUSMANN als unpaares Gefäß auf dem Dorsum penis der Pars sigmoidea. Danach gabelt sie sich und zieht mit HAUSMANN und entgegen PAECH an den Rändern des Sulcus urethralis, also ventral, weiter bis zur Penisspitze. Unterwegs geben sie dabei Äste nach dorsal ab, die dem Arcus dorsalis anliegen und diesen dorsolateral durchbohren. Ihre genaue Verzweigung im Corpus cavernosum konnte nicht verfolgt werden. Sicher ist nur, daß diese beidseitigen "Bogenarterien" eine dorsomedian liegende unpaare Arterie (Abb.6) versorgen, die das Corpus cavernosum cranial der Pars sigmoidea in ganzer Länge durchzieht.

Die Vv. dorsales penis sollen sich nach HAUSMANN wie die Arterien verhalten. Dem kann ich nicht zustimmen. Sie bilden zwar ebenfalls ein unpaares Gefäß auf dem Dorsum penis der Pars sigmoidea. Nach ihrer Gabelung zieht aber nur die rechte Vene mit der gleichnamigen Arterie zum rechten Rand des Arcus urethralis, wo sie sich jedoch spaltet und mit jedem ihrer Spaltäste je einer A. dorsalis penis eichelwärts folgt. Beide Spaltäste liegen dabei medial der entsprechenden Arterie, und beide Spaltäste sind durch häufige Anastomosen strickleiterartig miteinander verbunden. Der rechte Ast (Abb.2e) hat dabei stets das größere Kaliber. Die

unpaar bleibende linke V. dorsalis penis zieht dagegen am linken Lateralrand des Corpus cavernosum bis zur Eichel.

An der Penisspitze, beim Übergang von der Pars intrapraeputialis in die Pars apicalis, kommt es zu einer starken Aufästelung der Arterien und Venen innerhalb des Schleimhautüberzuges, und auch Cavernen sind hier vorhanden, so daß dieses vaskuläre Verhalten dazu berechtigt, den Schleimhautüberzug des Apex penis als Glans penis anzusprechen.

Das cavernöse Gewebe des Corpus cavernosum überwiegt an Masse die der Trabekel. Das Verhältnis beträgt etwa 60:40. Der größte Teil der Schwellräume ist entsprechend dem Verlauf der Trabekel radiär angeordnet und auf den ganzen Querschnitt verteilt, wenn man berücksichtigt, daß peripher durchweg mehr Platz ist. Außerdem kommt eine lokal begrenzte und daneben eine den ganzen Penis durchziehende andere Anordnung von Schwellräumen vor. Die lokal begrenzte Anordnung stellt ein in der Pars sigmoidea besonderes, dorsomedianes "Lager" von Schwellräumen (Abb.2;a und 5;S) dar. Die den ganzen Penis durchziehende Anordnung betrifft auffällig großlumige, longitudinale Schwellräume (Cavernenschläuche, s.o.), deren stets offene, rundliche Lumina (Abb.2, 3b und 6) einen Durchmesser von 0,5 - 1,5 mm besitzen. Diese auffälligen Cavernen wurden bisher als solche nirgends erwähnt. Nur EICHBAUM könnte sie gemeint haben, wenn er von longitudinalen Arterien mit starker Muskelwand und breiter, elastisches Adventitia spricht. Doch bildet die Muskulatur dieser Cavernenschläuche durchaus keine starke Wand, obwohl sich nur in der Wand dieser Längscavernen bis zu 5 Zirkulärschichten glatter Muskelfasern nachweisen lassen. Die von anderen Autoren als reichlich beschriebene Muskulatur zwischen den Cavernen und innerhalb der Tunica albuginea konnte ich nicht finden.

Zur Eichel bliebe nachzutragen, daß sie (neben ihrer genannten Abgrenzung, die durch den Vaskularisationstyp der den Apex penis überziehenden cutanen Schleimhaut bedingt ist) mit dem periurethralen Schwammgewebe des Corpus spongiosum untrennbar zusammenhängt.

Ob die Cavernen der Pars trunci des Corpus spongiosum mit denen der Glans zusammenhängen, kann jedoch nur durch Spezialuntersuchungen festgestellt werden.

Das gut 10 mm lange, schlitzförmige Ostium urethrae externum (Abb.3a) liegt mit seiner caudalen Kommissur jener Kante der dreikantigen äußersten Spitze des Corpus cavernosum an, die dem linken Grenzbogen entspricht. Unmittelbar vor Erreichen dieser Kommissur ist regelmäßig ein winziges Diverticulum ausgebildet, das als Diverticulum suburethrale (Abb.8) anzusprechen ist, da es topographisch dem bei der Sau entspricht. Dieses Diverticulum könnte die Öffnung des Ostium während der Erektion erleichtern; denn in einem Falle des durch gallertiges Sekret prall gefüllten Ostium (Abb.8) spannte sich die freie Lippe über die nun gerundete caudale Kommissur hinweg und verlängerte sich in das Deckfältchen des Diverticulum. Seine apicale Kommissur dagegen strebt zu jener hier abgerundeten Kante, die den rechten Grenzbogen fortsetzt. Zwischen beiden Kommissuren verkehren die Lippen des Ostium, deren rechte auch als freie Lippe zu bezeichnen ist. Die Raphe glandis (Abb.8), die "median" zwischen beiden Grenzbögen liegt, endet nahe der caudalen Kommissur an der freien Lippe.

6. Der M. retractor penis (Abb.1;M) konnte ebenfalls nur am isolierten Penis untersucht werden. Die Angaben über seine Endigung (s. Literatur) müssen dabei revidiert werden. Er tritt zwar an der distalen Krümmung an den Penis, aber seine Endung "16 - 17 cm caudal des Grundes des Praeputialsackes" (HEINEMANN) trifft nur für den rechten Muskel zu. Es mag hierbei an der Untersuchung unterschiedlich großer Teile liegen, wenn dieses Maß bei allen meinen Präparaten 14 - 15 cm betrug. Der linke Muskel ist dagegen mit OEHMKE stets erheblich länger, indem er bis auf 8-9 cm an den Fundus praeputii herantritt (Doppelpunkt in Abb.1). In einem Falle betrug dieser Abstand sogar nur 3 cm. Auch hier liegt demnach eine Asymmetrie vor, die sich funktionell der Asymmetrie des Corpus cavernosum einpaßt (s.u.). Außerdem ist bemerkenswert, daß der unverhältnismäßig starke Muskel nicht an der ventralen Harnröhrenfläche liegt (HEINEMANN), sondern der ventrolateralen Fläche des

Corpus cavernosum anliegt, dabei medial allerdings auf das Corpus spongiosum lappend, und unter Zuspitzung an den gleichseitigen Grenzleisten endet.

C. Die makroskopischen Erektionsveränderungen des Eberpenis

Die Erektionsveränderungen des Eberpenis konnte ich bei meinen künstlichen Erektionsversuchen gut beobachten. Durch Injektion von Tensol-Zement oder Latex oder Gelatine in einen der Penisschenkel bzw. in den proximalsten Abschnitt der Pars sigmoidea konnte ich die durchschnittlich 62 cm langen Penes alter Deckeber bis zu einem Grad erigieren, der der natürlichen Erektion entsprechen dürfte. Dabei kommt es während der Injektion zu folgenden Veränderungen. Zunächst füllt sich der radixnahe Abschnitt des Truncus. Während der beginnenden Füllung des gesamten Truncus verstreicht die S-förmige Flexur, und der Penis-körper schwillt spitzenwärts allseitig recht gleichmäßig an. Distal der verstrichenen Krümmung beginnt er sich nach links um seine Längsachse zu drehen. Am Ende der künstlichen Erektion weist der Penis in seiner gesamten Länge eine deutliche Versteifung, Verlängerung und Dickenzunahme auf. Zur Veranschaulichung der Verdickung und Verlängerung seien einige Maße angegeben, die von besonders großkalibrigen Präparaten abgenommen wurden, bei denen die künstliche Erektion gut durchführbar war.

Bezüglich der Verdickung steigt der Höhendurchmesser 5 cm apical der distalen Flexur von 13 auf 15,5 mm und der Breiten-durchmesser von 15 auf 17,8 mm. Am Grund des Praeputialsackes steigt der Höhendurchmesser von 13 auf 15,6 mm und der Breiten-durchmesser von 13 auf 15,7 mm. Etwa 2,5 cm vor der Penisspitze, steigt der hier von der rechten Kante zur Crista apicalis gemessene Höhendurchmesser von 13 auf 14,5 mm und der Breitendurchmesser von 10 auf 11,8 mm. Aus diesen Werten läßt sich ersehen, daß während der Erektion sowohl der Höhen- als auch der Breitendurchmesser die Ausgangsmaße um annähernd 20% überschreiten. Die Querschnittsformen, die im Ruhezustand von proximal nach distal von

der mehr hochovalen über die querovale zur rundlichen und schließlich, in dem Apex, zur dreieckigen Form überwechseln, bleiben dabei erhalten. Daran ändert auch die Verbreiterung des Sulcus urethralis um fast das Doppelte (von 1,8 auf 3,8 mm) nichts.

Bei der Längenzunahme ist zunächst festzustellen, daß es sich hierbei nicht etwa um die Verstreichung der S-förmigen Krümmung handelt, wie dies fälschlicherweise z.B. von RUBELI (1897) angenommen wird. Diese findet natürlich auch statt. Zu dieser Streckung kommt aber ein echter Längenzuwachs von etwa 16 cm = 25% der Ausgangslänge hinzu.

Außer diesen Veränderungen der Dicke und Länge des Corpus cavernosum kommt es nun zu einer weiteren Erektionsveränderung, die für den Eberpenis typisch ist. Die im erschlafften Zustand vorhandene Linkstorsion des Penis, die etwa $1\frac{1}{4}$ Drehungen betrug (s.o.), steigert sich insgesamt auf $5\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ Drehungen (Abb.1). Davon entfallen auf die Pars intrapraeputialis plus apicis $3\frac{1}{4}$ bis $3\frac{3}{4}$ Drehungen, von denen etwa 2 Drehungen auf die apicalen 10 cm kommen, die als Korkenzieherdrehungen den übrigen Säulendrehungen gegenüberstehen. Die restlichen Drehungen finden in der Pars extrapraeputialis statt, während die Pars sigmoidea hieran kaum beteiligt ist.

Wie sich die kollagenen Faserbündel der Albugineaschichten und der Trabekel bei diesen Erektionsveränderungen verhalten, soll bei der funktionellen Betrachtung beschrieben werden.

V. Funktionelle Betrachtung und Diskussion

Nach SLIJPER gehört der Eberpenis zum Intermediärtyp, weil die Menge seines cavernösen und fibrösen Gewebes sich etwa die Waage halte und ein langer Coitus "mit einem einzigen, kräftigen Nachstoß" vorliege. Nachdem sich diese Typeneinteilung für die Penes von Hund (HESS) und Katze (REDLICH) als unzutreffend erwiesen hat, muß sie auch für den Eberpenis abgelehnt werden, den ich zum cavernösen Typ rechne. Hierfür spricht das Überwiegen des Schwellgewebes und vor allem die Längen- und Dickenzunahme

bei der Erektion. Ohne auf die irrigen Ansichten über den Coitus einzugehen, der meiner Meinung nach nicht zur Klassifizierung herangezogen werden sollte, bleiben von den 4 Typen SLIJPERS nur 2 übrig: Der fibröse Typ. des Rindes und Hundes und der cavernöse Typ des Menschen, Pferdes, Katers und Ebers. Schaf und Ziege wurden noch nicht funktionell-anatomisch untersucht, so daß sie hier nicht eingeordnet werden sollen.

Zur funktionellen Deutung der gefundenen Konstruktion des Corpus cavernosum penis kann an OEHMKE angeknüpft werden, dessen Ansichten bezüglich der Drehung des Corpus und dessen nicht wechselnder Füllung ergänzend bestätigt werden kann. Ebenfalls ist die Wirkung des M. retractor penis zu bestätigen, wenn auch hier meine Ergänzungen (s.u.) von OEHMKE stärker abweichen.

Bei der beginnenden Erektionsfüllung der Schwellräume wird zuerst die Flexura sigmoidea gestreckt, wofür besonders das dorsomediane "Lager" von Cavernen (Abb.2;a und 5;S) verantwortlich ist. Die weitere Erektionsfüllung streckt und dehnt das Corpus cavernosum, wobei zunächst die für alle Penes gültige Wirkung eines Binnenlängs- und Binnenquerdruckes auch hier die Mikrowellung des kollagenen Materials zum Verstreichen bringt. Dadurch verlängern sich die Trabekel und drücken die Lamellen der Albugineaschichten von innen nach außen dichter zusammen. Daneben aber kommt es zur Linksdrehung des Penis, für welche seine Asymmetrie verantwortlich zu machen ist. Die rechte, dickere Hälfte schwillt schneller und stärker an als die linke. Übertrieben ausgedrückt, könnte man die linke, dünnere Hälfte als fibröse und die rechte Hälfte als cavernöse Hälfte ansprechen, um das mehr statische Verhalten der linken gegenüber dem mehr dynamischen Verhalten der rechten Hälfte zu betonen. Aber auch die bereits vorhandene Linkstorsion des erschlafften Penis zeigt die Tendenz einer weiteren Linksdrehung bei Füllung des Schwellkörpers. Als Erklärung hierfür ist zu verdeutlichen, daß es sich beim Corpus penis nicht um eine zentrische Säule handelt, wie bei der bisher beschriebenen Säulendrehung des Truncus gegenüber der Korkensziehendrehung des Apex angeführt wurde, sondern daß die Drehachse nach links ver-

lagert ist. Das kommt auf den Querschnitten d;g der Abb.1 dreifach zum Ausdruck. Einmal hat der rechte Grenzbogen einen größeren Radius als der linke. Daraus resultiert zweitens, daß das Corpus spongiosum links des geometrischen Zentrums liegt. Drittens ist die Crista apicalis (Querschnitt g und Abb. 3a) eine Prominenz des rechts-dorsalen Bezirks des Arcus dorsalis. Wiederum etwas übertrieben, kann man die linke Grenzleiste als Penisachse betrachten, um die herum sich das übrige Corpus cavernosum samt Corpus spongiosum linkssinnig dreht.

Für die Lamellen der Außenschicht im extra- und intrapraeputialen Abschnitt bedeutet das, daß ihre caudale Verankerung in der linken Grenzleiste in etwa unverändert bleibt, während ihre cranialen Enden, die sich in die (und als) rechte Grenzleiste fortsetzen, mit dieser Leiste linkssinnig um die genannte Achse herumgedreht werden. Nur so ist der Veränderung des Winkels, den diese Lamellen mit der dorsalen Medianen bilden, verstehbar und erklärbar. Dieser Winkel ist beim erschlafften Penis ein cranial und nach rechts offener, spitzer Winkel von 20° , der sich während der Erektion bis auf 12° verkleinert (Abb. 7c und d).

Die Grenzleistenverknötung, in der die Innenschicht besonders mit der rechten Grenzleiste verbunden ist, bewirkt beim Erektionschub auch eine Steilerstellung der Innenschicht-Lamellen der Albuginea. Diese Lamellen bilden am erschlafften Penis mit der dorsalen Medianen des Corpus penis einen cranialen offenen, spitzen Winkel von $70-75^{\circ}$ (Abb.7c), der sich beim erigierten Penis auf etwa $62-67^{\circ}$ (Abb.7d) zuspitzt. Hierfür ist aber nicht nur die Grenzleistenverknötung verantwortlich, sondern synchron hiermit wirkt sich auch die Trabekel-Außenschichtverknötung (Abb.3d) aus, die als Verankerung der zwischen den Innenschicht-Lamellen hindurchtretenden Trabekeln mit den Außenschicht-Lamellen in Erinnerung gebracht sei, und in Abb.7c und d als Punkte dargestellt wurde. Gleichzeitig sei an die Anordnung der Garbentrabekel je Querschnittsehne als "Speichenrad" erinnert. Dieses Speichenrad steht im erschlafften Corpus cavernosum, von dorsal und in vergleichend-anatomischer Normallage gesehen, derart schräge, daß seine rechte

Felgenkontur caudal und seine linke Felgenkontur cranial der Transversalebene liegt (Punkte in Abb. 7c). Beim erigierten Penis ändert sich diese Lage, indem die rechte Felgenkontur dann etwa auf der Höhe der linken Felgenkontur liegt. (Punkte in Abb. 7d). Das Rad, dessen dorsomediane Trabekel den unveränderlichen Vertikaldurchmesser repräsentieren, hat sich um diesen Durchmesser als Achse gekreiselt. Bleibt man bei der übertriebenen Auffassung, daß die linke Grenzleiste etwas stehen bleibt, dann würde auch die linke Felgenkontur stehen bleiben, während die rechte Felgenkontur durch Apicalschnellen des Speichenrades cranial wandert. In Wirklichkeit muß es sich so verhalten, daß beide Grenzleisten sich verlängern, doch übersteigt der Verlängerungsbetrag der rechten den der linken Grenzleiste.

Nunmehr wird die Funktion der Trabekel-Außenschichtverknüpfung sinnfällig. Sie garantiert nämlich ein Synchronschwenken der Speichenräder, der Außenschicht-Lamellen und der Innenschicht-Lamellen. Zur weiteren Verdeutlichung dieser Verhältnisse sollen die Abb. 7a+b dienen. Abb. 7a entspricht der Abb. 3c und stellt die Situation in jener Horizontalebene dar, die in Abb. 6 der Medianzone der Innenfläche des Arcus ventralis entspricht (M). Hier bilden die Innenschicht-Lamellen, gestrichelt in Abb. 7c und d, die im Bilde des Speichenrades die Nabe darstellen, mit der Medianlinie oder deren Parallele einen Winkel von 50° (Abb. 7a). Die aus ihren Enden hervorgehenden Trabekel, die im Bilde des Speichenrades die Speichen darstellen, bilden dagegen nur einen vergleichbaren Winkel von 7° . In der Erektion verlagern sich die Innenschicht-Lamellen der Medianzone so, daß ihr Winkel nunmehr 23° beträgt (Abb. 7b) und die aus ihren Enden hervorgehenden Trabekel mit einem Winkel von fast 0° transversal liegen.

Die Verhältnisse an dem Apex penis sind ebenfalls durch die Asymmetrie zu erklären, die hier jedoch vornehmlich bzw. besonders deutlich den Arcus dorsalis betrifft. Während sein Scheitel bis dahin zugleich sein höchster Punkt ist, verlagert sich dieser höchste Punkt an dem Apex nach rechts-paramedian, so daß der Bogenscheitel (Abb. 102; g;x) neben dem höchsten Punkt zu liegen kommt. Letzterer wird von der Crista apicalis (xx)

dargestellt, die somit für die Ausbildung des Linksdralls am schlaffen Penis und für die Verstärkung und Verfestigung dieses Linksdralls beim erigierten Penis verantwortlich ist. Das kommt der Urethra penina zustatten, die achsenwärts der Korkenzieherwindungen liegt und so den kürzestmöglichen Weg zum Ostium urethrae ext. zurückzulegen hat. Diese Lage kompensiert das apical abnehmende Schwellgewebe des Corpus spongiosum, dessen Füllung das Lumen der Urethra penina erweitert. Hier, apical, ist diese Wirkung soweit vermindert, als das Schwellgewebe minder stark ausgebildet ist, so daß die Lage der Urethra im Zug- und Druckschatten des korkenzieherartig gewundenen Apex diesem Mangel ausgleichend entgegenkommt. Die verhältnismäßig schlaaffe freie Lippe der Harnsamenröhrenmündung bestätigt das, zumal nur sie das Mündungslumen vergrößern kann, wie im Zusammenhang mit dem dort gefundenen Diverticulum suburethrale (s. sub 5) ausgeführt wurde.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß normalmechanisch ein stabförmiges Schwammgewebe, das man in die Länge zieht und gleichzeitig torquiert, einem Auswringprozess unterwirft, der eine Verdünnung des Stabes zur Folge hat. Das sich unter der Erektion verlängernde und mehrfach torquierende Corpus cavernosum des Eberpenis dagegen wird dicker und sein Arcus ventralis offener, damit das eingelagerte Corpus spongiosum ebenfalls Raum zur Verdickung und damit die Urethra penina Raum zur Lumen-erweiterung erhält. Das ist nur möglich, weil entgegen genanntem Auswringvorgang hier eine Binnenfüllung statthat, die im Zusammenhang mit der Architektur der Bauteile des Corpus penis trotz Verlängerung und Torsion zum entgegengesetzten Erfolg der Verdickung führt. Die das Corpus cavernosum längs durchziehenden Cavernen - schläuche unterstützen diese Wirkung, da sie gefüllt wie umeinander gewundene Kabelschläuche wirken, beim Wringvergleich aber das Bild zusammengefallener Feuerwehrschläuche ergeben müßten.

Nach Aufklärung dieser funktionell-anatomischen Verhältnisse des Eberpenis, soweit es das Corpus cavernosum betrifft, kehren wir zu OEHMKE zurück. Dieser Autor hatte sich als einziger über den Motor der Friktionsbewegungen Gedanken gemacht und war

zu dem Schluß gekommen, daß der M. retractor penis allein hierfür infrage kommt. Soweit muß Oehmke zugestimmt werden. Nicht aber kommt eine abwechselnde Kontraktion beider Retraktoren infrage, sondern beide Muskeln wirken stets gleichzeitig, und zwar mit OEHMKE auf den erigiert bleibenden Penis, "die beim Schwein vermissten, bei allen anderen Tieren während dieses Aktes ausgeführten aktiven Körperbewegungen" ersetzend. Die von GÖTZE und SCHÄTZ mit OEHMKE und im Gegensatz zu anderen Autoren (s. sub F) beschriebenen Friktionsbewegungen werden von GÖTZE am klarsten mit den Worten geschildert: "Das Einführen des Penis und die Friktionsbewegungen geschehen mit drehenden Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen". Ergänzen könnte man, daß die Suchbewegungen bereits diese Torsion und Retorsion zeigen. Dabei wirken beide Muskeln gemeinsam als Retraktoren, der linke jedoch gleichzeitig als stärkerer Torquator, weil er weiter apical reicht. Er ist nämlich bei der Erektions-Links-drehung des im Querschnitt exentrischen Penis der Drehachse näher. Das bedeutet, daß er bei der Kontraktion einen größeren Rückdreheffekt hat. Er schafft mehr Weg, wird aber auch durch den rechten Muskel hierbei unterstützt. Wäre OEHMKE bekannt gewesen, daß der erigierte Eberpenis caudal ebenfalls derart stark torquiert ist, kein anderer als er wäre leichter darauf gekommen, daß die passiv torquierten relaxierten Muskeln bei Kontraktion die Retorsion vollführen müssen.

VI. Zusammenfassung

Die bisherige Nomenklatur des Penis entspricht nicht der Natur und wurde geändert. Der Eberpenis gehört entgegen bisheriger Einteilung zum cavernösen Typ. Sein Corpus cavernosum ist asymmetrisch gebaut. Die Konstruktion seiner Bauteile (zweischichtige Albuginea und Garbentrabekel) erklärt und bewirkt, daß die im erschlafften Zustand gegebene Linkstorsion von $1\frac{1}{4}$ Windungen sich bei der Erektion auf $5\frac{1}{2}$ - $6\frac{1}{2}$ Windungen erhöht. Das drückt sich auch in Veränderungen der Winkel aus, die die verschiedenen kollagenen Bauelemente mit der Penislängsachse bilden. Für die Friktionsbewegungen konnte der paarige M. retractor penis verantwortlich gemacht werden, der der Asymmetrie des Corpus cavernosum angepasst ist.

VII. Abbildungen

Abb.1:

Fotografien eines erschlafften Penis (Mitte, oben) und eines erigierten Penis (Mitte, unten) mit dazugehörigen Querschnitt-Schemata im Bereich der markierten Stellen a - h bzw. a'-h'. Die Linkstorsion, die bei a - d bzw. a' - b' nicht stattfindet, beträgt bei d fast $\frac{1}{4} = 80^\circ$, bei e fast $\frac{1}{2} = 170^\circ$, bei f über $\frac{3}{4} = 280^\circ$, bei g $\frac{1}{1} = 360^\circ$ und bei h $1\frac{1}{4} = 450^\circ$. Bei c' beträgt sie $\frac{1}{8} = 45^\circ$, bei d' $1\frac{1}{2} = 540^\circ$, bei e' $\frac{3}{1} = 1080^\circ$, bei f' $4\frac{1}{2} = 1620^\circ$, bei g' über $\frac{5}{1} = 1840^\circ$ und bei b' $5\frac{1}{2} = 1980^\circ$. M: M. retractor penis, Punkt: Ende des linken, Doppelpunkt: Ende des rechten Muskels. P: Fundus praeputii.

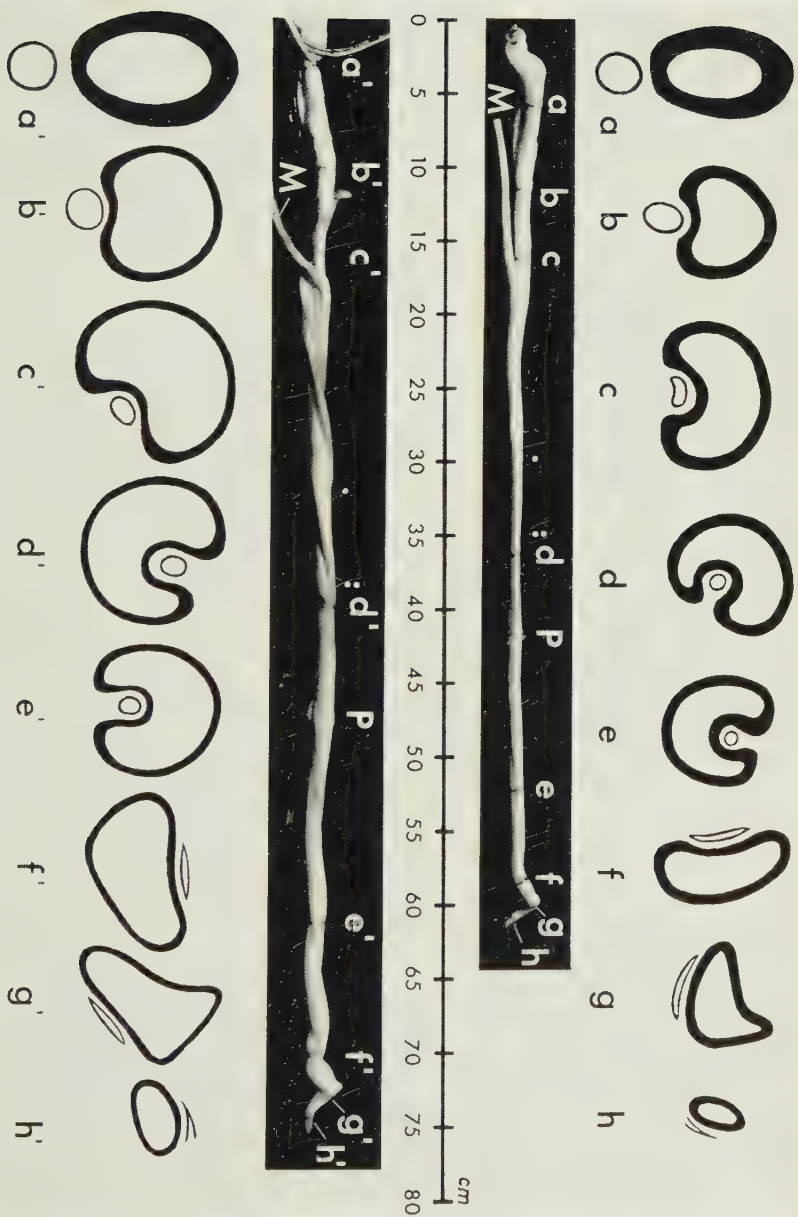


Abb. 1

Abb. 2: a-h Fotografien der in Abb. 1 schematisierten
Penisquerschnitte, x Scheitelpunkt des Arcus
dorsalis, xx Crista apicalis.



Abb. 2

- Abb. 3a: Apex penis im erschlafften Zustand, xx Crista apicalis.
- Abb. 3b: Rechte Hälfte des Corpus cavernosum penis mit rechter Grenzleiste und deutlicher Grenzleistenverknötung.
- Abb. 3c: Horizontalschnitt in Höhe der Medianzone M der Abb. 6. Die schwarzweißen Linien liegen rechts (r) und links (l) in Richtung der Trabekel, die schwarze Linie markiert den Verlauf der Innenschicht-Lamellen in der Medianzone.
- Abb. 3d: Vertikalschnitt durch das Corpus cavernosum penis. Die Garbentraßkel entspringen ventral in der Medianzone. Ihre dorsalen Enden durchsetzen als deutliche Bündel die dunkle Innenschicht, bevor sie in der hellen Außenschicht enden = Trabekel = Außenschichtverknötung.

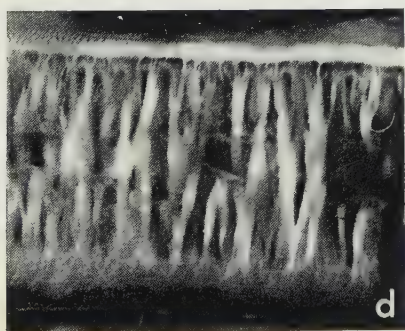
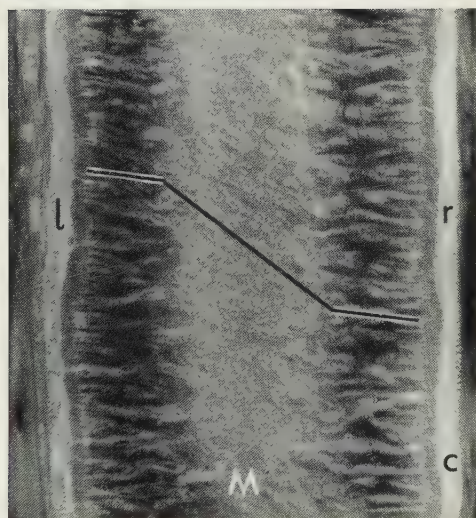
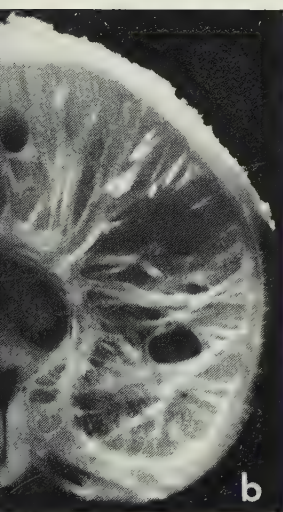


Abb. 3

- Abb. 4: Schematische Darstellung der Außenschicht-Lamellen im Bereich der Pars sigmoidea in Dorsalansicht.
p proximale Biegung; d distale Biegung.
- Abb. 5: Schematische Darstellung der Trabekel in der Medianen der Pars sigmoidea.
p proximale Biegung; d distale Biegung; S Lage des dorsomedianen Schwellgewebes.
- Abb. 6: Schematische Darstellung des Corpus cavernosum penis. A Außenschicht; I Innenschicht; G rechte und linke Grenzleiste; M Medianzone; S Sekanten-trabekel;
a Ventralbogen; b Dorsalbogen; c Grenzbögen; Doppelkreise = Cavernenschläuche im punktierten Schwellgewebe.
- Abb. 7a und b: Schemata zur Abb. 3c und 6; M zur Veranschaulichung der Umstellung der Medianzone, deren Lamellen im erschlafften Penis (7a) mit der Transversalebene einen Winkel von 50° , im erigierten Penis (7b) einen Winkel von 23° bildet. Die diese Lamellen "verlängernden" Trabekel ergeben eine sinnngemäße Umstellung ihres Winkels von 7° auf annähernd 0° .
- Abb. 7c und d: Schemata zur Veranschaulichung der Trabekel-Außenschichtverknötung und der mit ihr verbundenen Richtungsänderung der Lamellen der Albugineaschichten und des Trabekel-"Speichenrades" (s. Text) beim Übergang des erschlafften Penis (c) in die Erektion (d). Ansicht des Dorsum penis. Ausgezogene Linien = Außenschicht-Lamellen, deren Winkel mit der Längsachse sich von 20° (c) auf 12° (d) verkleinert; gestrichelt = Innenschicht-Lamellen, deren Winkel sich von $70 - 75^{\circ}$ auf $62 - 67^{\circ}$ verkleinert; punktiert = Querschnitte der mit der Außenschicht verknöteten Trabekel-Speichen, deren Reihe bei c mit der Querebene einen spitzen Winkel von mindestens 7° und bei d von nahezu 0° bildet.
- Abb. 8: Darstellung der Verhältnisse an dem Apex des Eberpenis.
c Projektion der gegenüberliegenden Crista apicalis; d Diverticulum suburethrale; h h Corpus spongiosum; l rechte, freie Lippe des nahe seiner Caudalcommissur mit Bulbourethralsekret gefüllten Ostium urethrae ext. l' seine linke "Lippe", die nur als Projektion der rechten auf das Corpus cavernosum deutlich wird; r Raphe glandis.

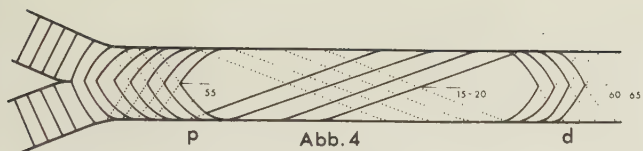


Abb. 4

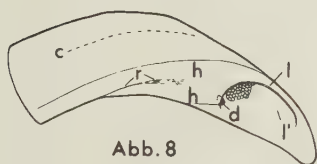


Abb. 8

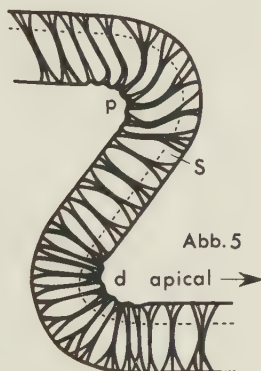


Abb. 5

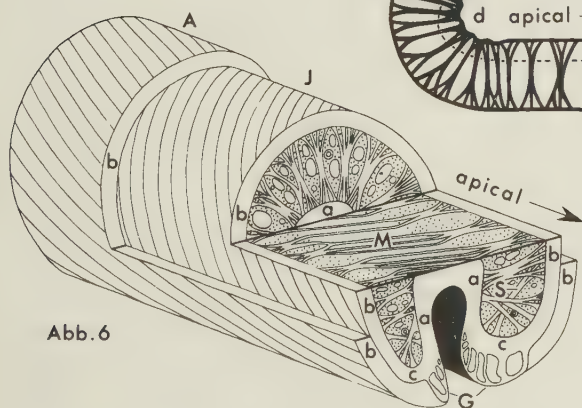


Abb. 6

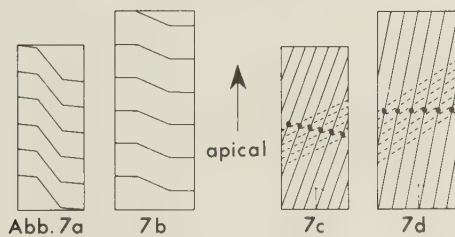


Abb. 7a

7b

7c

7d

VIII, Literaturverzeichnis

1. ACKERKNECHT, E.: in ELLENBERGER, W. und W. BAUM: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 18. Aufl., Springer, Berlin 1943 .
2. BENSE: Über Nervenendigungen in den Geschlechtsorganen. Zschr. rationelle Med. 32 (1868). (zit. nach MÄDER)
3. BUCHHOLZ, O.: Zum Bau des Peniskörpers beim Pferd. Vet.-med. Diss., Hannover 1954.
4. BUGGE, I.: A standardized plastic injection technique for anatomical purpose. Acta Anat. 54 (1963), 177-192.
5. COLE, H. H. and P. T. CUPPS: Reproduction in domestic animals. Vol. II, Academic press, New York and London 1959.
6. EICHBAUM, F.: Untersuchungen über die Entwicklung des Schwellkörpers des Penis und der Harnröhre. Dtsch. Zschr. Tiermed. 13 (1887), 373-417.
7. ERCOLANI, G. B.: De tessuti e degli organi erettili. Bologna 1869. (zit. nach FRANK).
8. FRANK, L.: Handbuch der Anatomie der Haustiere. 3. Aufl., Schickhard und Ebner, Stuttgart 1897.
9. GERHARDT, U.: Morphologische und biologische Studien über die Kopulationsorgane der Säugetiere. Jena. Zschr. med. Naturw. 39 (1905).
10. GÖTZE, R.: Besamung und Unfruchtbarkeit der Haustiere. Schaper, Hannover 1949.
11. GRABOWSKI, K.: Über die Schwellräume der Harnröhre der männlichen Haustiere unter besonderer Berücksichtigung des Bulbusstückes. Vet.-med. Diss., Hannover 1937.
12. GÜNTHER, J. H. Fr.: Untersuchungen und Erfahrungen im Gebiet der Anatomie, Physiologie und Tierarzneikunde . Die Erektion des Penis, nach Beobachtungen von Versuchen an Tieren, besonders an Pferden. Helwingsche Hofbuchhandlung, Hannover 1837.
13. HAUSMANN, U. F.: Über die Zeugung und Entstehung des wahren weiblichen Eies bei den Säugetieren und beim Menschen. Helwingsche Hofbuchhandlung, Hannover 1840.

14. HEINEMANN, K.: Einige Muskeln des männlichen Geschlechtsapparates der Haussäugetiere (M. bulbo cavernosus, M. ischio cavernosus, M. retractor penis). Vet.-med.Diss., Hannover 1937.
15. HESS, K. J.: Der Truncus corporis penis des Hundes. Vet.-med.Diss., Berlin-FU 1962.
16. KOBELT, G. L.: Die männlichen und weiblichen Wollustorgane des Menschen und einiger Säugetiere in anatomisch-physiologischer Beziehung. Emmerling, Freiburg 1844.
17. KRÖLLING, O. und H. GRAU.: Lehrbuch der Histologie und der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. 10. Aufl., Parey, Berlin und Hamburg 1960.
18. LEISERING, A. G. T. und C. MUELLER.: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haus-Säugetiere. 6. Aufl., August Hirschwald, Berlin 1885.
19. MÄDER, E.: Zur Anatomie der Glans penis der Haustiere. Arch.wiss.prakt.Tierhk. 33 (1907).
20. MARTIN, P. und W. SCHAUDER.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 3, 3. Aufl., Schickhardt und Ebner, Stuttgart 1938.
21. MARTIN, P. und W. SCHAUDER.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 4, 2. Aufl., Schickhardt und Ebner, Stuttgart 1923.
22. MONTANÉ, L., E. BOURDELLE et C. BRESSOU.: Anatomie regionale des animaux domestiques. Bd. 3, Le Porc. Librairie I.-B. Baillière et Fils, Paris 1964.
23. NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 2, Parey, Berlin und Hamburg 1960.
24. OEHMKE, P.: Zur Kenntnis einiger anatomischer und physiologischer Besonderheiten am äußeren Urogenitalapparat der männlichen Schweine, mit besonderer Berücksichtigung des Praeputialbeutels desselben. Phil.Diss., Basel 1897.
25. OTTOW, B.: Biologische Anatomie der Genitalorgane und der Fortpflanzung der Säugetiere. Fischer, Jena 1955.
26. PAECH, Cl.-D.: Die arterielle Blutgefäßversorgung der Bauch- und Beckenhöhle bei Schwein und Schaf. Vet.-med.Diss., Berlin-FU 1962.
27. PREUSS, F.: Die Tunica albuginea penis und ihre Trabekel bei Pferd und Rind. Anat.Anz. 101 (1954).

28. PREUSS, F.: Anleitung zur topographischen Ganztierpräparation des Hundes. Selbstverlag, Berlin 1967.
29. RAUBER, A. und Fr. KOPSCH.: Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. Bd.2, 19.Aufl., G.Thieme, Stuttgart 1955.
30. REDLICH, G.: Das Corpus penis des Katers und seine Erektionsveränderungen, eine funktionell-anatomische Studie. Vet.-med.Diss.Berlin-FU 1962.
31. RETTERER, Ed.: Texture des tissus érectiles dans les organes d'accouplement chez les mammifères. Compt.rend.Soc.biol., Paris 1887.
32. RIGBY, J.P.: The Cervix of the sow during oestrus. Vet.Record 80 (1967), 672-675.
33. ROMEIS, B.: Mikroskop. Technik. 15.Aufl., Leibniz, München 1948.
34. RUBELI, H.: Über das Corpus cavernosum bei wiederkäuenden Haustieren. Schweiz.Arch.Tierhk. 39 (1897).
35. SCHÄETZ, F.: Die künstliche Besamung bei den Haustieren. Fischer, Jena 1963.
36. SCHMALTZ, R.: Anatomische Notizen. Bemerkungen über den Penis. Die Spitzenhülle des Rutenkörpers, Berl.Tierärztl.Wschr. 25 (1909).
37. SCHMALTZ, R.: In ELLENBERGER, W. Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. Bd.2, Parey, Berlin 1911.
38. SCHMALTZ, R.: Das Geschlechtsleben der Haussäugetiere. 3.Aufl. Schoetz, Berlin 1921.
39. SCHMIDT, D.: Sexualpotenz und Fruchtbarkeitsvererbung beim Schwein. BLV Verlagsgesellschaft, München 1962.
40. SISSON, S. and J.D.GROSSMAN.: The Anatomy of the domestic Animals. 4.Edition, W.B.Saunders Company, Philadelphia and London 1965.
41. SLIJPER, E.J.: Vergleichend mikroskopisch-anatomische Untersuchungen über das Corpus cavernosum penis der Cetaceen. Arch.Neer.zool., 3 Suppl. (1938).
42. SLIJPER, E.J.: Vergleichend anatomische Untersuchungen über den Penis der Säugetiere. Acta Neerl.morph.1 (1938).
43. TRAUTMANN, A.: Anatomisches und Histologisches über die Cervix uteri. Arch.wiss.prakt.Tierhk. 43 (1917).
44. WAGNER, R.: Histologische und anatomische Untersuchungen über die männlichen Geschlechtsorgane, insbesondere den Penis von Felis domestica. Vet.-med.Diss., Leipzig 1909.

Zum Schluß meiner Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr.F. PREUSS für die Überlassung des Themas und für die mir jederzeit freundlichst gewährte Unterstützung.

Ferner danke ich dem Herrn Institutszeichner W. FRICKE, der medizinisch-technischen Assistentin Fräulein M. HEINS sowie allen anderen Mitarbeitern des Instituts für Veterinär-Anatomie für ihre Hilfsbereitschaft.

Lebenslauf

Als Sohn des Landwirts Engelbert M o l l e r u s und seiner Ehefrau Ferdinande, geb. Albersmeier, wurde ich am 29.8.1941 in Lippstadt geboren.

Die Volksschule besuchte ich von 1948 bis 1952 in Hoinkhausen/Westfalen und im Anschluß daran bis 1956 das Gymnasium in Büren. Von 1956 bis 1960 besuchte ich die Ostendorf-Schule in Lippstadt. 1962 legte ich beim Senator für Volksbildung des Landes Berlin das Abitur ab.

Im Sommersemester 1962 begann ich mein Studium an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin und wechselte nach dem Physikum für zwei Semester an die Tierärztliche Hochschule in Hannover über. Mein Staatsexamen legte ich 1967 an der Freien Universität Berlin ab.

